

METHOD FOR CASTING CYLINDER CRANKCASES AND A CORE PACKET FOR CASTING CYLINDER CRANKCASES, CORE BOX AND CORE PACKET

Publication number: WO03076108

Publication date: 2003-09-18

Inventor: FISCHER ALEXANDER (DE); KAHN JOACHIM (DE); TILLMANN STEFAN (DE)

Applicant: HYDRO ALUMINIUM DEUTSCHLAND (DE); FISCHER ALEXANDER (DE); KAHN JOACHIM (DE); TILLMANN STEFAN (DE)

Classification:

- International: B22C7/06; B22C9/10; B22C9/12; B22D19/00; F02F7/00; B22C7/00; B22C9/00; B22C9/10; B22D19/00; F02F7/00; (IPC1-7): B22D19/00; B22C9/00; F02F7/00

- European: B22C7/06; B22C9/10B; B22C9/12; B22D19/00A; F02F7/00C4

Application number: WO2003EP02626 20030313

Priority number(s): DE20021011053 20020313

Also published as:



WO03076108 (A1)



DE10211053 (A1)

Cited documents:



DE10026216



EP1000688

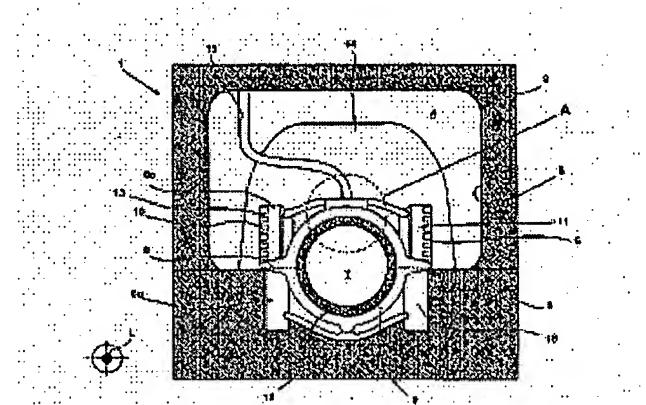


EP0851132

[Report a data error here](#)

Abstract of WO03076108

The invention makes it possible, by using simple casting techniques, to produce cylinder crankcases, which are provided with reinforcement inserts, from a light metal casting alloy. To this end, the following working steps are carried out: producing a core packet (1), which is assembled from individual cores and comprises a crank chamber core (3), whereby this crank chamber core (3) is made from a core molding material. This molding material is comprised of a material with a strength exceeding that of the casting material and, after the cylinder crankcase is assembled, the main bearing of a crankshaft surrounds supporting inserts (6) in one section (6u), whereby the inserts (6) freely project, with this section (6u), out of the cast part after pouring and removing from the core; melting and pouring the light metal casting material into the core packet (1), and; cooling and removing the cast cylinder crankcase from the core; at least partially separating the sections (6u) of the inserts (6) projecting above the cylinder crankcase.



**(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro**



A standard linear barcode is located at the bottom of the page, spanning most of the width. It is used for tracking and identification of the journal issue.

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. September 2003 (18.09.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/076108 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: B22D 19/00,
B22C 9/00, F02F 7/00

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FISCHER, Alexander [DE/DE]; Karlstrasse 7, 53913 Swisttal (DE). KAHN, Joachim [DE/DE]; Mühlbachstrasse 2, 35630 Ehringshausen (DE). TILLMANN, Stefan [DE/DE]; Röckumstrasse 33, 53121 Bonn (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/02626

(74) Anwalt: COHAUSZ & FLORACK; Kanzlerstrasse 8a,
40472 Duesseldorf (DE)

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Februar 2003 (13.02.2003)

(74) Anwalt: COHAUSZ & FLORACK; Kanzlerstrasse 8a,
40472 Düsseldorf (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): IR MX US

(30) Angaben zur Priorität:

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

(71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): HYDRO ALUMINIUM DEUTSCHLAND GMBH [DE/DE]: Ettore-Bugatti-Strasse 6 - 14, 51449 Köln (DE).**

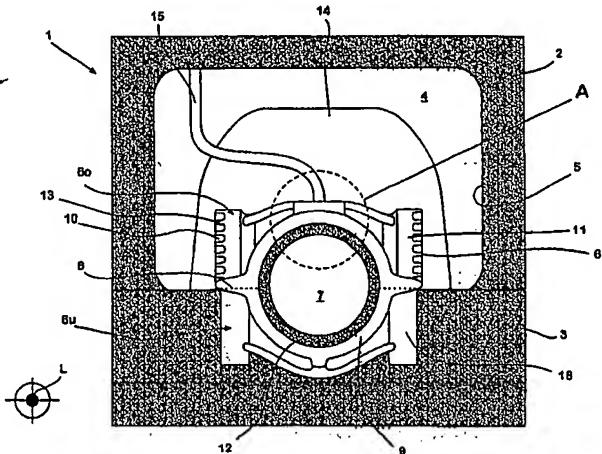
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR CASTING CYLINDER CRANKCASES AND A CORE PACKET FOR CASTING CYLINDER CRANKCASES, CORE BOX AND CORE PACKET

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM GIESSEN VON ZYLINDERKURBELGEHÄUSEN UND KERNPAKET FÜR DAS GIESEN VON ZYLINDERKURBELGEHÄUSEN, KERNKASTEN UND KERNPAKET



WO 03/076108

(57) Abstract: The invention makes it possible, by using simple casting techniques, to produce cylinder crankcases, which are provided with reinforcement inserts, from a light metal casting alloy. To this end, the following working steps are carried out: producing a core packet (1), which is assembled from individual cores and comprises a crank chamber core (3), whereby this crank chamber core (3) is made from a core molding material. This molding material is comprised of a material with a strength exceeding that of the casting material and, after the cylinder crankcase is assembled, the main bearing of a crankshaft surrounds supporting inserts (6) in one section (6u), whereby the inserts (6) freely project, with this section (6u), out of the cast part after pouring and removing from the core; melting and pouring the light metal casting material into the core packet (1), and; cooling and removing the cast cylinder crankcase from the core; at least partially separating the sections (6u) of the inserts (6) projecting above the cylinder crankcase.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung ermöglicht es, mit Verstärkungsinserts ausgestattete Zylinderkurbelgehäuse aus Leichtmetall-Gusslegierung gießtechnisch einfach herzustellen. Dazu werden folgende Arbeitsschritte durchlaufen: Herstellen eines aus Einzelkernen montierten Kernpaket (1) mit einem Kurbelraumkern (3), wobei dieser Kurbelraumkern (3) aus einem Kernformstoff gebildet ist, der aus einem gegenüber dem Gusswerkstoff höhere Festigkeit aufweisenden Werkstoff hergestellt und nach der fertigen Montage des Zylinderkurbelgehäuses die Hauptlager einer Kurbelwelle stützende Inserts (6) in einem Abschnitt (6u) umgibt, wodurch die Inserts (6) nach dem Abgießen und Entkernen mit diesem Abschnitt (6u) frei aus dem Gussteil hinaus stehen; Erschmelzen und Abgießen des Leichtmetall-Gusswerkstoffs in das Kernpaket (1); Abkühlen und Entkernen des gegossenen Zylinderkurbelgehäuses; mindestens teilweises Abtrennen der über das Zylinderkurbelgehäuse hinaus stehenden Abschnitte (6u) der Inserts (6).

**Verfahren zum Gießen von Zylinderkurbelgehäusen und
Kernpaket für das Gießen von Zylinderkurbelgehäusen,
Kernkasten und Kernpaket**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Gießen von Zylinderkurbelgehäusen aus einem Leichtmetall-Gusswerkstoff, insbesondere einem Aluminium- oder Magnesium-Gusswerkstoff. Ebenso betrifft die Erfindung einen Kernkasten zum Herstellen eines für diesen Zweck eingesetzten Kernpakets sowie ein solches Kernpaket selbst.

Die Anforderungen an Sicherheit, Komfort, Leistung und Umweltfreundlichkeit haben dazu geführt, dass das Gewicht von Kraftfahrzeugen in den vergangenen Jahren trotz aller Bemühungen um einen gewichtssparenden Leichtbau von Karosserie und Antriebsstrang weiter gestiegen ist. Da zu erwarten ist, dass kundenseitig immer neue Wünsche an die Ausstattung und den Funktionsumfang der Fahrzeuge gestellt werden, sind weitere Anstrengungen erforderlich, um die durch den Einbau der dazu erforderlichen Geräte verursachten Gewichtszunahme der Fahrzeuge in akzeptablen Grenzen zu halten. Darüber hinaus zwingen die in Bezug auf Kraftstoffverbrauch und Schadstoffemissionen stetig strenger werdenden gesetzlichen Auflagen dazu, das bei herkömmlichen Fahrzeug- und Motorkonstruktionen vorhandene Gewichtseinsparungspotenzial zu nutzen.

Im Bereich des Motorbaus kann eine wesentliche Gewichtsreduzierung durch die Wahl von

Leichtmetallwerkstoffen für die Herstellung des Motorblocks erzielt werden. Daher werden seit längerem schon wesentliche Teile von Otto-Motoren und in jüngerer Zeit auch von Diesel-Motoren aus Aluminium-Leichtmetall-Legierungen gegossen.

Eine weitere Gewichtseinsparung könnte beim Motorbau erzielt werden, wenn die bekannten Aluminiumlegierungen durch Magnesiumwerkstoffe ersetzt würden. Die spezifische Masse von geeigneten Magnesiumwerkstoffen beträgt ca. 1,7 g/cm³, während die von bekannten Aluminiumlegierungen ca. 2,7 g/cm³ beträgt. Daher ist beispielsweise vorgeschlagen worden, das Zylinderkurbelgehäuse von Verbrennungsmotoren aus Magnesium-Gusswerkstoff herzustellen (Dörnenburg, Frank: "Demands on a Magnesium Engine Block", International Conference on Processing and Manufacturing of Advanced Materials, 4. bis 8. Dezember 2000, Las Vegas USA, TMS").

Als problematisch bei der Verwendung von Magnesiumlegierung im Bereich des Motorbaus haben sich die gegenüber Aluminium geringere Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit dieses Werkstoffs erwiesen. Dies zeigt sich insbesondere dann, wenn Motorblöcke für Dieselfahrzeuge aus Magnesium hergestellt werden sollen. Die bei Dieselmotoren mit Common-Rail- oder Pumpe-Düse-Direkteinspritzung auftretenden Drücke von mehr als 150 bar führen zu hohen statischen und dynamischen Belastungen des Kurbelgehäuses.

Berechnungen haben ergeben, dass diese Belastungen von Magnesium-Motorblöcken nur ertragen werden können, wenn an geeigneter Stelle Verstärkungselemente in das

jeweilige Motorblockbauteil eingegossen werden. So ist es für einen dauerhaft sicheren Betrieb eines aus Magnesium gefertigten Hochleistungsmotors erforderlich, die im Bereich der Hauptlager der Kurbelwelle auftretenden Kräfte durch in das Zylinderkurbelgehäuse eingegossene Inserts aufzunehmen. Diese auch als "Lagerstuhlverstärkungen" bezeichneten Einbaustücke sind in der Regel aus Grauguss oder vergleichbar festen Werkstoffen hergestellt.

Bekannte Lagerstuhlverstärkungsinserts besitzen auf ihrer der Unterseite des zu gießenden Kurbelgehäuses zugeordneten Seite in der Regel eine halbschalenförmige Ausnehmung, die bei fertig montiertem Motorblock die eine Hälfte der das Lager des jeweiligen Hauptlagers aufnehmenden Lageröffnung bildet. An der der Ausnehmung gegenüber liegenden, in das Gehäuse eingegossenen Seite des Inserts sind dabei üblicherweise Formelemente ausgebildet, welche beim Abgießen vom Gießwerkstoff umflossen werden. Durch die in den Gießwerkstoff greifenden und mit ihm eng verzahnten Formelemente ist sichergestellt, dass die Inserts trotz des in der Regel unterschiedlichen Wärmeausdehnungsverhaltens der miteinander in Kontakt kommenden Werkstoffe auch bei Betriebstemperatur des Motors sicher in dem Kurbelgehäuse gehalten sind.

Beim Eingießen der bekannten Inserts muss einerseits eine exakte Ausrichtung der Inserts im Motorblock gewährleistet sein. Andererseits müssen bei der Montage des Motorblocks die die Kurbelwelle an den Inserts haltenden, den jeweiligen Lagerstuhl mit seiner

Lageröffnung vervollständigenden Befestigungselemente exakt lagerichtig montiert werden.

Um die exakte Montage fertigungstechnisch zu vereinfachen, ist in der DE 100 26 216 A1 vorgeschlagen worden, die für die Lagerung der Kurbelwelle benötigten Bauelemente als einstückiges Insert auszubilden, in das die erforderliche Lageröffnung eingeformt ist. Diese Inserts werden unter Freihaltung der Lageröffnung mit ihrer einen Hälfte in das Zylinderkurbelgehäuse eingegossen, während ihre andere Hälfte nach dem Abguss und dem Entkernen über die der Ölwanne des fertigen Motors zugeordnete Fläche des Zylindergehäuses hervorsteht. Bei der Fertigmontage des Motors werden die jeweils freistehenden Abschnitte der Inserts durch Brechen von den jeweils in den Gehäusewerkstoff eingegossenen Abschnitten getrennt. Dann werden die Kurbelwelle und die für ihre Lagerung benötigten Lagerschalen in den nun freiliegenden halbschalenförmigen Ausnehmungen der Inserts montiert. Anschließend werden die von den Inserts zuvor jeweils abgetrennten Abschnitte wieder mit den zugehörigen im Zylinderkurbelgehäuse verbliebenen Abschnitten verschraubt. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass die Lagerstühle der Kurbelwelle nach der Endmontage des Motors stets lagerichtig befestigt sind. Die gießtechnische Herstellung von mit Inserts der aus der DE 100 26 216 A1 bekannten Art ausgestatteten Zylinderkurbelgehäusen erweist sich in der Praxis jedoch als aufwändig.

Die Aufgabe der Erfindung bestand darin, Wege anzugeben, die es ermöglichen, mit Verstärkungsinserts ausgestattete

Zylinderkurbelgehäuse aus Leichtmetall-Gusslegierung
gießtechnisch einfach herzustellen.

Diese Aufgabe wird ausgehend von dem voranstehend erläuterten Stand der Technik durch ein Verfahren zum Gießen eines Zylinderkurbelgehäuses für einen Verbrennungsmotor aus einem Leichtmetall-Gusswerkstoff, insbesondere einem Aluminium- oder einem Magnesium-Gusswerkstoff, gelöst, bei dem folgende Schritte durchlaufen werden:

- Herstellen aus Einzelkernen montierten Kernpakets mit einem Kurbelraumkern, wobei dieser Kurbelraumkern, aus einem Kernformstoff gebildet ist, der aus einem eine gegenüber dem Gusswerkstoff höhere Festigkeit aufweisenden Werkstoff hergestellt und nach der fertigen Montage des Zylinderkurbelgehäuses die Hauptlager der Kurbelwelle stützende Inserts in einem Abschnitt umgibt, wodurch die Inserts nach dem Abgießen und Entkernen in diesem Abschnitt frei aus dem Gussstück hinaus stehen,
- Erschmelzen und Abgießen des Leichtmetall-Gusswerkstoffs in das Kernpaket,
- Abkühlen und Entkernen des gegossenen Zylinderkurbelgehäuses,
- mindestens teilweises Abtrennen der über das Zylinderkurbelgehäuse hinaus stehenden Abschnitte der Inserts.

Erfindungsgemäß werden die Zylinderkurbelgehäuse im Kernpaketverfahren gegossen. Dazu wird zunächst ein Kernpaket hergestellt, welches in vom Sandguss bekannter Weise die Höhlungen, Kanäle etc. sowie die äußere Form des herzustellenden Gusstücks abbildet. Zusätzlich sind in diesem Kernpaket Inserts gehalten, die beim fertig montierten Zylinderkurbelgehäuse die Hauptlager der Kurbelwelle stützen. Diese Inserts sind dabei so in den Formstoff des Kernpaketes eingebettet, dass diejenigen ihrer Abschnitte, die nach dem Abgießen und Entkernen des Gusstücks frei in den Raum ragen sollen, vom Kernformstoff umgeben sind. Diejenigen ihrer Abschnitte, die eine unmittelbare Verbindung mit dem Gusswerkstoff eingehen sollen, liegen dagegen frei, so dass die Leichtmetallschmelze sie beim Abgießen umspült und nach der Abkühlung eine feste Verbindung zwischen den Inserts und dem Leichmetallkörper des Zylinderkurbelgehäuses hergestellt ist. Beim Erstarrungsvorgang wirken die Inserts als Kühleisen und fördern einen für die Herstellung fehlerfreier Gussteile notwendige gelenkte Erstarrung.

Handelt es sich bei der Leichtmetallschmelze um eine Magnesiumschmelze, so erfolgt das Gießen zweckmäßigerweise unter Schutzgas, um eine Selbstentzündung des Magnesiums infolge eines Kontakts mit dem Sauerstoff der Umgebungsluft zu vermeiden.

Die teilweise in das Gusstück eingegossenen Inserts stehen nach dem Entkernen mit dem zuvor im Kernpaket vollständig eingebetteten Abschnitt frei über eine Begrenzungsfläche des Zylinderkurbelgehäuses hervor. Nach weiteren Bearbeitungsgängen oder in unmittelbarem

Anschluss an die Entkernung wird dieser frei überstehende Abschnitt ganz oder teilweise von dem fest im Zylinderkurbelgehäuse gehaltenen Teil des Inserts getrennt. Dazu sind die Inserts bevorzugt so beschaffen, dass der abzutrennende Abschnitt sich in bekannter Weise von dem eingegossenen Abschnitt des Inserts abbrechen ("Bruchtrennen" oder auch "Cracken") lässt.

Anschließend kann die Montage der Kurbelwelle vorgenommen werden. Dabei werden die zuvor abgetrennten Abschnitte wieder mit dem ihnen zugeordneten, jeweils im Zylinderkurbelgehäuse verbliebenen Abschnitten der Inserts verbunden.

Indem die durch die Erfindung vorgegebene Vorgehensweise befolgt wird, lassen sich beim Gießen von Leichtmetallschmelzen die Vorteile des Sandkerngießens, wie weitestgehende Freiheit bei der Gestaltung und Konstruktion des Motorblocks, mit den Vorteilen des Eingießens von Inserts verbinden, die sich nach dem Gießen teilen lassen und so eine einfache und lagerichtige Montage der Kurbelwelle und ihrer Lager gewährleisten.

Eine besonders einfache und exakte Montage der Kurbelwellenlager lässt sich dadurch bewerkstelligen, dass die Inserts jeweils eine Lageröffnung aufweisen, in welcher ein Hauptlager für die Kurbelwelle montierbar ist. Dabei wird an dem Insert bevorzugt in ebenfalls bekannter Weise im Bereich seiner die Lageröffnung umgebenden Wände eine Sollbruchlinie ausgebildet, die quer durch die Lageröffnung verläuft. Diese

Sollbruchlinie kann beispielsweise unmittelbar vor dem Trennvorgang mittels eines Lasers erzeugt werden.

Entlang der Sollbruchlinie lässt sich die Lageröffnung des Inserts halbieren, so dass die jeweils erforderlichen Lagerschalen und die Kurbelwelle selbst problemlos in die nun offenen halbschalenförmigen Teile des Inserts eingesetzt werden können.

Weiter vereinfacht werden kann die Montage der Kurbelwelle und ihrer Lager dadurch, dass die Inserts von vornherein mit einer Ölversorgungsöffnung versehen sind, über die im Betrieb des fertig montierten Motors die Schmierstoffversorgung des jeweiligen Kurbelwellenlagers erfolgt. Gleichzeitig sollten im Kernpaket schon Ölkanalkerne vorgesehen sein, welche die zu der Ölversorgungsöffnung führenden Ölversorgungskanäle im zu gießenden Zylinderkurbelgehäuse ausbilden. Um während des Gießens ein Eindringen von Schmelze in die Ölversorgungsöffnungen der Inserts zu vermeiden, können dabei die Ölkanalkerne so positioniert werden, dass die in die äußere Umfangsfläche der Inserts eingeformte Mündung der Ölversorgungsöffnung durch das Ende des jeweiligen Ölkanalkerns verschlossen ist. Alternativ ist es auch möglich, einen Endabschnitt eines Ölkanalkerns durch die Ölversorgungsöffnung zu führen, wobei der Durchmesser des Ölversorgungskanals größer sein sollte als der des Endabschnitts des Ölkanalkerns und der Endabschnitt bevorzugt im wesentlichen mittig in Bezug auf die Öffnungsfläche der Ölversorgungsöffnung ausgerichtet ist. Auf diese Weise ist zwischen der Umfangswand der Ölversorgungsöffnung und dem Ende des Ölversorgungskanals ein Freiraum gebildet, in den die

- 9 -

Schmelze beim Gießen eindringt, so dass nach der Erstarrung eine intensive Verklammerung der Inserts mit dem Gusswerkstoff auch im Bereich der Ölversorgungsöffnung hergestellt ist. Neigt der verwendete Leichtmetall-Gusswerkstoff zu einem gegenüber dem Material der Inserts unterschiedlichen Wärmeausdehnungsverhalten, so sollte an dem jeweils durch die Lageröffnung des Inserts geführten Gießkernabschnitt jeweils eine über ein Teilstück der Länge der jeweiligen Ölversorgungsöffnung in diese sich erstreckende Erhebungen angeformt sein. Diese Erhebung verhindert, dass der Gusswerkstoff so tief in die Ölversorgungsöffnung eindringt, dass er bei einer mit seiner Erwärmung im normalen Motorbetrieb einhergehenden Ausdrehung in die Lageröffnung hineindrückt und dort die Lagerschalen und mit ihnen die Kurbelwelle einer unerwünschten Druckbelastung unterwirft. Um dies sicher zu verhindern, sollte die Länge, über die sich die Erhebung in die jeweilige Ölversorgungsöffnungen erstreckt, mindestens gleich der Strecke sein, über die sich der nach dem Abgießen in die Ölversorgungsöffnung eingedrungene Leichtmetall-Gusswerkstoff bei Betriebstemperatur des aus dem Zylinderkurbelgehäuse gefertigten Verbrennungsmotors ausdehnt.

Bei durch die Ölversorgungsöffnung geführtem Ölkanalkern kann dessen lagerrichtige Ausrichtung dadurch vereinfacht werden, dass im an die innenseitige Mündung der Ölversorgungsöffnung grenzenden Bereich des jeweils durch die Lageröffnung des Inserts geführten Kernabschnitts eine Einsenkung ausgebildet ist, in die das Ende des Ölkanalkerns formschlüssig greift.

Die Inserts können aus einem Grauguss-Material, wie GG oder GGV, hergestellt sein, welches eine hohe Festigkeit besitzt und sicher in der Lage ist, die beim Motorbetrieb auftretenden Belastungen über eine lange Einsatzdauer zu ertragen. Alternativ können die Inserts auch aus einem kohlefaserverstärkten Magnesiumwerkstoff hergestellt sein.

Um zu verhindern, dass die mit den Inserts in Kontakt kommende Schmelze frühzeitig erstarrt sowie zur Vermeidung von Kondensatbildung an den Inserts, ist es zweckmäßig, wenn die Inserts vor dem Abgießen der Leichtmetallschmelze angewärmt werden. Weisen die Inserts Lageröffnungen auf, so kann dazu ein Kernabschnitt des Kernpakets durch die Lageröffnungen der Inserts geführt sein, in den ein von außen zugänglicher Hohlraum eingeformt ist. In diesen Hohlraum lässt sich eine Heizeinrichtung einführen, deren Wärmewirkung unmittelbar und intensiv auf die Inserts wirkt. Besonders gute, exakt steuerbare Erwärmungsergebnisse lassen sich dabei dadurch erreichen, dass die betreffende Heizeinrichtung eine induktive Erwärmung der Inserts bewirkt.

Ebenso kann es günstig sein, auch weitere Abschnitte des Kernpakets hohl zu gestalten, damit eventuell im Kernformstoff sich bildende Gase leicht entweichen können.

Um die Restfeuchte des Kernpakets zu minimieren, kann es darüber hinaus günstig sein, das vollständige Kernpaket vor dem Abgießen auf eine Temperatur vorzuwärmen, bei der es zum Ausdampfen der im Kernformstoff noch enthaltenen Feuchte kommt. Dies kann beispielsweise in einem Ofen

erfolgen, in den das Kernpaket für eine ausreichend lange Zeitdauer gesetzt wird.

Besonders wichtig ist die weitestgehend vollständige Entfernung von Restfeuchte des Kernpaketes beim Vergießen von Magnesiumlegierungen, bei dem andernfalls die Gefahr von Reaktionen des Magnesiums mit dem Formstoff des Kernpaketes besteht. Weiter vermindern lässt sich dieses Risiko dadurch, dass das Kernpaket vor dem Vergießen mit Schutzgas durchspült wird.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt das Abgießen des Leichtmetall-Gusswerkstoffs mittels Niederdruck. Auf diese Weise lässt sich eine turbulenzarme Formfüllung erreichen. Dies erweist sich insbesondere beim Vergießen von Magnesiumschmelzen als günstig, bei denen es andernfalls zu unerwünschter Oxidbildung kommen kann.

Ein einfache Möglichkeit der Herstellung von Zylinderkurbelgehäusen aus Leichtmetall, insbesondere Magnesium, eröffnende Lösung der oben angegebenen Aufgabe besteht in einem Kernkasten zur Herstellung eines Kurbelkerns für ein für das Abgießen eines Leichtmetall-Gusswerkstoffs, insbesondere eines Aluminium- oder Magnesium-Gusswerkstoffs, bestimmten Kernpaketes, wobei der Kernkasten folgende Merkmale umfasst:

- ein Kernkastenteil, in dem Aufnahmen für aus einem eine gegenüber dem Gusswerkstoff höhere Festigkeit aufweisenden Werkstoff hergestellte und nach der fertigen Montage des Zylinderkurbelgehäuses die

Hauptlager der Kurbelwelle stützende Inserts ausgebildet sind,

- wobei die Abmessungen der Aufnahmen so bemessen sind, dass nach dem Einsetzen das in die jeweilige Aufnahme eingesetzte Insert jeweils mit einem Abschnitt dicht an den Seitenwänden der Aufnahme anliegend in der Aufnahme gehalten ist,
- während sein anderer Abschnitt mindestens bereichsweise frei im Formhohlraum des Kernkastens steht.

Ein solcher Kernkasten ermöglicht die problemlose Herstellung von Kernpaketen, bei denen die Inserts in den Bereichen, in denen sich die nach dem Abgießen und Entkernen von dem Insert abzutrennenden Insertabschnitte befinden, vom Kernformstoff des Kernpakets dicht umgeben sind. In einem erfindungsgemäßen Kernkasten hergestellte Kernpakete bilden so den Ausgangspunkt für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Eine weitere die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ermögliche Lösung der oben angegebene Aufgabe besteht in einem Kernpaket zum Gießen eines Zylinderkurbelgehäuses für einen Verbrennungsmotor aus Leichtmetall-Gusswerkstoff, insbesondere aus Aluminium- oder einem Magnesium-Gusswerkstoff, mit einem Kurbelraumkern und mit aus einem eine gegenüber dem Gusswerkstoff höhere Festigkeit aufweisenden Werkstoff hergestellten und nach der fertigen Montage des Zylinderkurbelgehäuses die Hauptlager der Kurbelwelle stützenden Inserts, die vom Kernformstoff des Kurbelraumkerns jeweils in einem Abschnitt dicht umgeben

sind, mit dem sie nach dem Abgießen und Entkernen des Zylinderkurbelgehäuses frei aus dem Gussteil hinaus stehen, während ein anderer Abschnitt so freiliegt, dass der Leichtmetall-Gusswerkstoff diesen Abschnitt beim Abgießen umströmt und dort erstarrt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben und werden nachfolgend anhand einer Ausführungsbeispiele darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen schematisch:

Fig. 1 einen Teil eines Kernpaketes zum Gießen eines Zylinderkurbelgehäuses im Querschnitt,

Fig. 2 einen vergrößerten Ausschnitt A des in Fig. 1 dargestellten Kernpaketes nach dem Abgießen eines Magnesium-Gusswerkstoffs,

Fig. 3 einen vergrößerten Ausschnitt A einer alternativen Ausgestaltung des in Fig. 1 dargestellten Kernpaketes nach dem Abgießen eines Magnesium-Gusswerkstoffs,

Fig. 4 einen vergrößerten Ausschnitt A einer weiteren alternativen Ausgestaltung des in Fig. 1 dargestellten Kernpaketes nach dem Abgießen eines Magnesium-Gusswerkstoffs,

Fig. 5 einen Kernkasten im Querschnitt.

Das Kernpaket 1 weist einen oben angeordneten Deckelkern 2 und einen unten angeordneten Kurbelkern 3 auf. Sowohl der Deckelkern 2 als auch der Kurbelkern 3 können wiederum aus mehreren einzelnen, hier jedoch nicht dargestellten Kernen aufgebaut sein. Der obere Deckelkern 2 umschließt dabei mit seinen Außenwänden einen Formhohlraum 4 und bestimmt mit der Form seiner Innenflächen 5 die äußere Form der seitlich und der oben liegenden Abschnitte des herzustellenden Zylinderkurbelgehäuses. Der Kurbelkern 3 bestimmt die äußere Form der Unterseite des herzustellenden Zylindergehäuses. Gleichzeitig umgibt der Kurbelkern jeweils den unteren Abschnitt 6u von in Längsrichtung L des Kernpaket 1 beabstandet zueinander angeordneten Inserts 6.

Die im fertigen Zylinderkurbelgehäuse als Lagerstuhlverstärkung dienenden Inserts 6 weisen neben ihrem unteren Abschnitt 6u einen im Einbauzustand oben angeordneten Abschnitt 6o auf, der über das untere Kastenteil 3 hinaus ragt. Die Wände des oberen und unteren Abschnitts 6o, 6u umgeben dabei eine kreisrunde Lageröffnung 7, deren eine Hälfte in den unteren, vom Kurbelkern 3 umgebenen Abschnitt 6u und deren obere Hälfte in den oberen Abschnitt 6o des Inserts 6 eingeformt ist. An der Grenze zwischen dem oberen Abschnitt 6o und dem unteren Abschnitt 6u verläuft auf Höhe des Mittelpunktes der Lageröffnung 7 jeweils eine Sollbruchlinie 8 durch die die Lageröffnung 7 seitlich begrenzenden Wände 9 des Inserts 6.

Auf beiden Seiten des oberen Abschnitts 6o des Inserts 6 sind quer zur Längsrichtung L ausgerichtete

Verbindungsabschnitte 10,11 angeformt, die an ihrer Außenfläche rippenartige Vorsprünge 13 tragen. Mindestens die Verbindungsabschnitte 10,11 mit ihren Vorsprüngen 13 ragen vollständig frei vom Formstoff des Kernpaketes 1 in den Hohlraum 4. Beim Abguss einer Gießwerkstoffschmelze S umspült die Schmelze S die Vorsprünge 13 und die Verbindungsabschnitte 10,11, so dass nach dem Erstarren eine intensive formschlüssige Verklammerung von Insert 6 und Gusswerkstoff gewährleistet ist.

Durch die Lageröffnung 7 ist ein rohrförmiger Gießkernabschnitt 12 geführt, der einen von außen zugänglichen Hohlraum umgibt. Weitere, die innen liegenden Formen des zu gießenden Zylinderkurbelgehäuses bestimmende Kernabschnitte 14 sind im Hohlraum 4 positioniert. Darunter befinden sich auch Ölkanalkerne 15, die im fertigen Zylinderkurbelgehäuse die zur Versorgung der in den Lageröffnungen 7 montierten Hauptlager einer Kurbelwelle mit Schmierstoff benötigten Druckölkanäle ausbilden. Um die Zuführung des Schmierstoffs zu den Lageröffnungen 7 zu ermöglichen, ist in den Inserts 6 jeweils eine Ölversorgungsöffnung 16 eingeformt, die sich ausgehend von der Lageröffnung 7 in radialer Richtung im im Kernpaket 1 oben liegenden Teil des Inserts 6 bis zu dessen Außenfläche erstreckt.

Bei der in Fig. 2 dargestellten ersten Variante weist die Ölversorgungsöffnung 16 einen Durchmesser aus, der um ein geringes Untermaß kleiner ist als der Durchmesser des Endabschnitts 15e des Ölkanalkerns 15. An seinem Ende ist der Endabschnitt 15e leicht konisch zulaufend geformt, so dass er sich beim Ansetzen an die äußere Mündung der Ölversorgungsöffnung 16 selbst zentriert und dicht in der

Mündung sitzt. Auf diese Weise wird verhindert, dass die Gusswerkstoffschmelze S beim Abgießen in die Ölversorgungsöffnung 16 eindringt.

Bei der in Fig. 3 dargestellten Ausgestaltung weist die Ölversorgungsöffnung 16 einen Durchmesser auf, der annähernd doppelt so groß ist wie der Durchmesser des Endabschnitts 15e. Der Endabschnitt 15e des Ölkanalkerns 15 ist bei dieser Ausgestaltung durch die Ölversorgungsöffnung 16 geführt und mittig in Bezug auf deren Öffnungsfläche ausgerichtet. Mit seinem konisch zulaufenden Ende greift der Endabschnitt 15e dabei in eine in die Außenfläche des Gießkernabschnitts 12 eingeformte Einsenkung 17. Auf diese Weise ist der Ölkanalkern 15 sicher in seiner zentrierten Stellung gehalten. Zwischen der Innenfläche der Ölversorgungsöffnung 16 und der Außenfläche des Endabschnitts 15e ist dabei ein Freiraum ausgebildet, in den die Schmelze S beim Abgießen eindringt, so dass das Insert 6 auch in diesem Bereich nach dem Erstarren der Schmelze S fest mit dem Gusswerkstoff verklammert ist und der Druckölkanal vollständig im Leichtmetall verläuft.

Wird ein Gusswerkstoff verarbeitet, der sich bei Erwärmung stark ausdehnt, so kann die in Fig. 4 dargestellte Variante gewählt werden. Bei dieser Ausgestaltung sind an den durch die Lageröffnungen 7 der Inserts 6 geführten Gießkernabschnitte 12 im Bereich der Ölversorgungsöffnungen 16 jeweils Erhebungen 12e angeformt, die sich in die jeweilige Ölversorgungsöffnung 16 hinein erstrecken. Die Länge Le, über die sich die Erhebungen 12e erstrecken ist dabei gleich der Strecke, über die sich die nach dem Abgießen in die

Ölversorgungsöffnung 16 eingedrungene erstarrte Schmelze S bei Betriebstemperatur des aus dem zu gießenden Zylinderkurbelgehäuse gefertigten Verbrennungsmotors ausdehnt.

Der in Fig. 5 dargestellte Kernkasten 20 dient zum Herstellen des Kurbelraumkerns 3. Dazu weist er ein Oberteil 21 und ein Unterteil 22 auf, die einen Hohlraum 22 umschließen. In das Unterteil 22 sind dabei Aufnahmen 23 eingeformt, in die die Inserts 6 mit ihrem oberen Abschnitt 6a gesetzt werden. Die Form und der Querschnitt der Aufnahmen 23 sind dabei so gewählt, dass das jeweilige Insert 6 an den Vorsprüngen 13 formschlüssig gehalten und einwandfrei ausgerichtet ist.

Zum Ausrichten des Inserts 6 in Höhenrichtung sind an den Stirnseiten der Verbindungsabschnitte 10,11 Bearbeitungsflächen 24 ausgebildet. Über zwischen den Boden der jeweiligen Aufnahme 23 und die Bearbeitungsflächen 24 gelegte Passtücke 25 erfolgt die Ausrichtung des Inserts so, dass die Sollbruchlinie exakt auf Höhe der Oberseite des unteren Kernkasten-Unterteils 22 verläuft.

Als Gießwerkstoff ist eine an sich bekannte Seltene-Erden-haltige Magnesiumlegierung verwendet worden, welche ursprünglich für Gießverfahren mit hohen Erstarrungsgeschwindigkeiten konzipiert gewesen ist. Um diese Legierungszusammensetzung für den Sandguss geeignet zu machen, wurde sie mit Zirkon korngefeint.

Das Vergießen der Schmelze erfolgte im Niederdruckverfahren. Für die gesteuerte Füllung der

Gießform stand eine Drucksteuerung zur Verfügung. Um eine vollständige und gute Formfüllung zu erzielen, war es aufgrund des geringen Wärmeinhaltes von Magnesium erforderlich, die Geometrie der hier nicht dargestellten Anschnitte des Kernpaketes 1 gegenüber herkömmlichen Gießformen für den Leichtmetallguss zu vergrößern. Des Weiteren wurde das Volumen der Verbindungen zwischen dem ebenfalls nicht dargestellten Gießlauf und den Anschnitten erweitert. Darüber hinaus wurde der Anguss für die Niederdruckfüllung mittig unter die mittlere Zylinderbohrung des zu gießenden Zylinderkurbelgehäuses gesetzt.

In der Regel erfolgt die Entlüftung eines Kernpaketes über einen offenen Deckelkern. Da jedoch Magnesiumlegierungen eine hohe Brandneigung bei Kontakt mit Luftsauerstoff haben, musste beim Kernpaket 1 der Deckelkern 2 geschlossen sein. Die Entlüftung der beim Abguss entstehenden Kerngase erfolgte daher über nicht gezeigte Entlüftungsbohrungen des Kernpaketes 1.

Da die verwendete Selten-Erde-haltige Magnesiumlegierung eine höhere Gießtemperatur benötigt, entstehen beim Abguss mehr Kerngase als bei Al-Legierungen. Um die Entlüftung zu verbessern, wurden daher Kerne des Kernpaketes 1 durchbohrt und im Umfang mit Entlüftungsbohrungen versehen. Weiter nach außen führende Entlüftungsbohrungen sind in die Kernlager eingeformt worden.

Um gegebenenfalls vorhandene Restfeuchtigkeit zu entfernen (Sicherheitsaspekt) und um eine vollständige Formfüllung sicherzustellen, sind die Kernpakete in einem Umluftofen auf 110°C vorgewärmt worden. Um eine ausreichende Temperierung der Inserts 6 zu gewährleisten, sind zusätzlich nicht gezeigte Heizeinrichtungen in den vom Gießkernabschnitt 12 umschlossenen Hohlraum eingeführt worden, welche die Inserts 6 durch Induktion eines elektromagnetischen Feldes erwärmt haben.

Zur Vermeidung einer Reaktion zwischen dem flüssigen Magnesium und dem Formstoff der Kerne wurde dem Formstoff ein Inhibitor zugesetzt, der den Formstoff vor der Reaktion mit der Schmelze schützt. Zusätzlich wurde der Formhohlraums 4 des Kernpaketes 1 unmittelbar vor dem Abguss mit Schutzgas gespült.

Nach beendeter Füllung der durch das Kernpaket 1 gebildeten Gussform mit Magnesiumschmelze S wurde der für den Ausgleich der Volumenschwindung notwendige Speisungsdruck aufgegeben. Der Druck wurde jedoch aufrecht erhalten bis die Erstarrungsfront den Gießlauf erreicht hatte.

Zur Ausnutzung des vollen Eigenschaftspotentials der verwendeten Magnesium-Legierung ist nach dem Abguss eine T6-Wärmebehandlung mit Lösungsglühen, Abschrecken und Warmauslagern des gegossenen Zylinderkurbelgehäuses durchgeführt worden.

Anschließend ist das Gehäuse vollständig entkernt und einer Nachbearbeitung unterzogen worden. Dabei sind die nun frei von dem Zylinderkurbelgehäuse abstehenden

unteren Abschnitte 6u vom jeweils fest in das Gehäuse eingegossenen Abschnitt 6o der Inserts 6 abgetrennt worden. Die Trennung erfolgte spanlos durch "Cracken".

Bei der Montage des unter Verwendung des gegossenen Zylinderkurbelgehäuses hergestellten Verbrennungsmotors sind Gewindebohrung in die Verbindungsabschnitte 10,11 und Durchgangsbohrung in die verstärkten Abschnitte 18 eingebracht worden, die sich seitlich des unteren, nun abgetrennten Abschnitts 6u erstrecken. Mittels geeigneter Verschraubungen sind die abgetrennten Abschnitte 6u dann jeweils mit den ihnen zugeordneten oberen Abschnitten 6o der Inserts 6 verschraubt worden, um jeweils eines der Hauptlager der in ihnen gelagerten Kurbelwelle zu stützen.

BEZUGSZEICHEN

- 1 Kernpaket
- 2 Deckelkern
- 3 Kurbelkern
- 4 Formhohlraum
- 5 Innenflächen
- 6 Inserts
- 6o im Einbauzustand oben angeordneter Abschnitt der Inserts 6
- 6u unterer Abschnitt der Inserts 6
- 7 Lageröffnung
- 8 Sollbruchlinie
- 9 die Lageröffnung 7 seitlich begrenzende Wände
- 10,11 Verbindungsabschnitte

- 12 rohrförmiger Gießkernabschnitt
- 12e Erhebungen
- 13 Vorsprünge
- 14 Kernabschnitte
- 15 Ölkanalkerne
- 16 Ölversorgungsöffnung
- 15e Endabschnitt des Ölkanalkerns 15
- 17 Einsenkung
- 18 Abschnitte
- 20 Kernkasten
- 21 Oberteil
- 22 Unterteil
- 23 Aufnahmen
- 24 Bearbeitungsflächen
- 25 Passtücke
- L Längsrichtung
- Le Länge, über die sich die Erhebungen 12e erstrecken,
- S Schmelze

22

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zum Gießen eines Zylinderkurbelgehäuses für einen Verbrennungsmotor aus einem Leichtmetall-Gusswerkstoff, insbesondere einem Aluminium- oder einem Magnesium-Gusswerkstoff, bei dem folgende Schritte durchlaufen werden:
 - Herstellen eines aus Einzelkernen montierten Kernpaket (1) mit einem Kurbelraumkern (3), wobei dieser Kurbelraumkern (3) aus einem Kernformstoff gebildet ist, der aus einem gegenüber dem Gusswerkstoff höhere Festigkeit aufweisenden Werkstoff hergestellte und nach der fertigen Montage des Zylinderkurbelgehäuses die Hauptlager einer Kurbelwelle stützende Inserts (6) in einem Abschnitt (6u) umgibt, wodurch die Inserts (6) nach dem Abgießen und Entkernen mit diesem Abschnitt (6u) frei aus dem Gussteil hinaus stehen,
 - Erschmelzen und Abgießen des Leichtmetall-Gusswerkstoffs in das Kernpaket (1),
 - Abkühlen und Entkernen des gegossenen Zylinderkurbelgehäuses,
 - mindestens teilweises Abtrennen der über das Zylinderkurbelgehäuse hinaus stehenden Abschnitte (6u) der Inserts (6).

25

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der von dem fertig gegossenen Zylinderkurbelgehäuse abstehende, abzutrennende Abschnitt (6u) des Inserts (6) durch Brechen von dem in das Zylinderkurbelgehäuse eingegossenen Abschnitt (6a) getrennt wird.
3. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Inserts (6) jeweils eine Lageröffnung (7) aufweisen, in welcher ein Hauptlager für die Kurbelwelle gebildet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kernabschnitt (12) des Kernpakets (1) durch die Lageröffnungen (7) der Inserts (6) geführt ist, in den ein von außen zugänglicher Hohlraum eingefормt ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Abgießen des Leichtmetall-Gusswerkstoffes eine Heizeinrichtung in den Hohlraum eingeführt wird, um die Inserts (6) zu erwärmen.
6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kernpaket (1) vor dem Abgießen des Leichtmetall-Gusswerkstoffes vorgewärmt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Erwärmung der Inserts (6) induktiv erfolgt.
8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Abgießen des Leichtmetall-Gusswerkstoffes mittels Niederdruck erfolgt.
9. Kernkasten zur Herstellung eines Kurbelkerns (3) für ein für das Abgießen eines Leichtmetall-Gusswerkstoffes, insbesondere eines Aluminium- oder Magnesium-Gusswerkstoffes, bestimmtes Kernpaket (1) umfassend
 - ein Kernkastenteil (22), in dem Aufnahmen (23) für aus einem gegenüber dem Gusswerkstoff höhere Festigkeit aufweisenden Werkstoff hergestellte und nach der fertigen Montage des Zylinderkurbelgehäuses die Hauptlager der Kurbelwelle stützende Inserts (6) ausgebildet sind,
 - wobei die Abmessungen der Aufnahmen (23) so bemessen sind, dass nach dem Einsetzen das in die jeweilige Aufnahme (23) eingesetzte Insert (6) jeweils mit einem Abschnitt dicht an den Seitenwänden der Aufnahme (23) anliegend in der Aufnahme (23) gehalten ist,
 - während sein anderer Abschnitt mindestens bereichsweise frei im Formhohlraum des Kernkastens (20) steht.

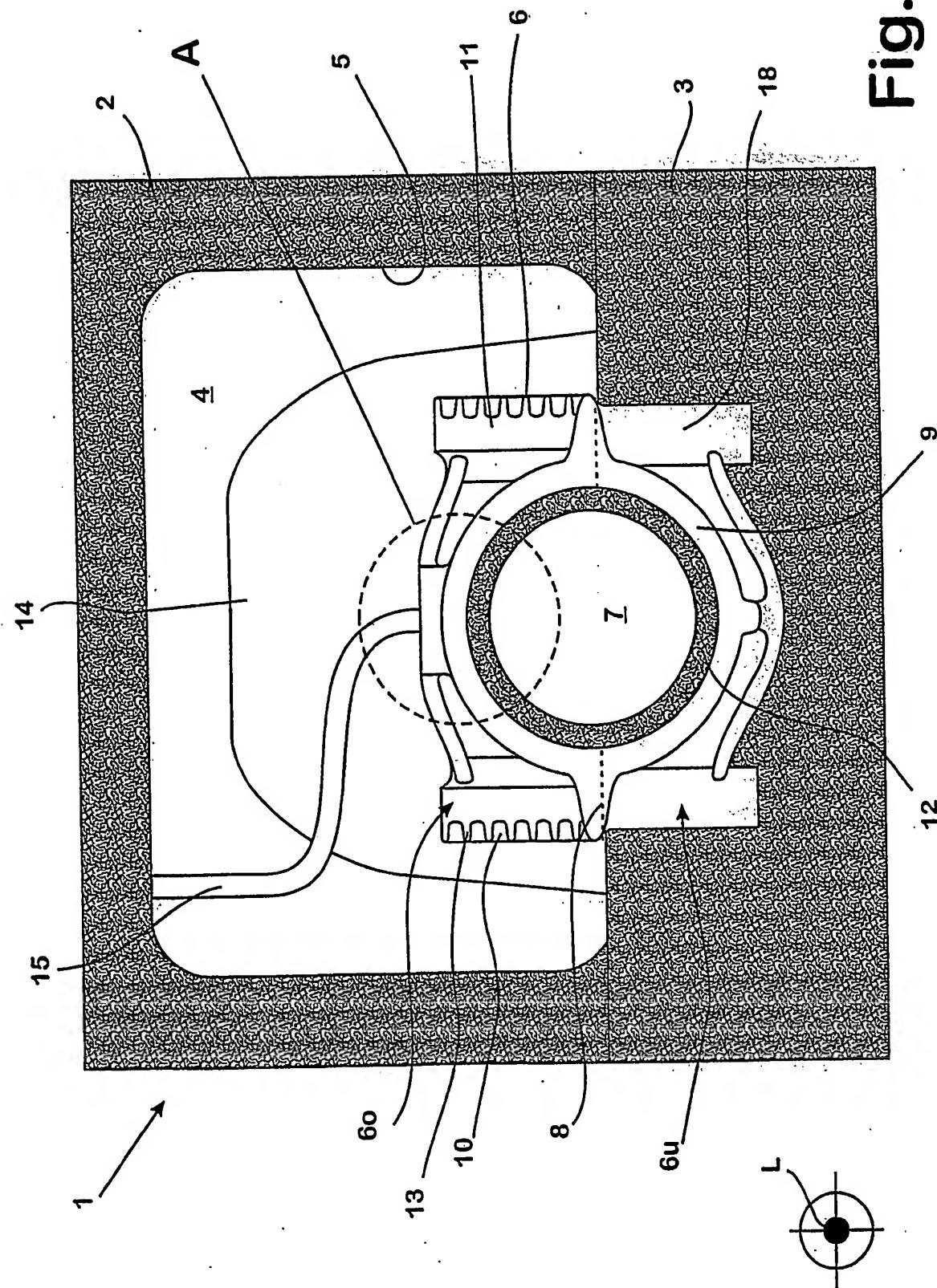
10. Kernpaket zum Gießen eines Zylinderkurbelgehäuses für einen Verbrennungsmotor aus Leichtmetall-Gusswerkstoff, insbesondere aus Aluminium- oder einem Magnesium-Gusswerkstoff, mit einem Kurbelraumkern (3) und mit aus einem eine gegenüber dem Gusswerkstoff höhere Festigkeit aufweisenden Werkstoff hergestellten und nach der fertigen Montage des Zylinderkurbelgehäuses die Hauptlager der Kurbelwelle stützenden Inserts (6), die vom Kernformstoff des Kurbelraumkerns (1) jeweils in einem Abschnitt (6u) dicht umgeben sind, mit dem sie nach dem Abgießen und Entkernen des Zylinderkurbelgehäuses frei aus dem Gussteil hinaus stehen, während ein anderer Abschnitt (6o) so freiliegt, dass der Leichtmetall-Gusswerkstoff diesen Abschnitt (6o) beim Abgießen umströmt und dort erstarrt.
11. Kernpaket nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Inserts (6) jeweils eine Lageröffnung (7) aufweisen, in welcher ein Hauptlager für die Kurbelwelle montierbar ist.
12. Kernpaket nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass ein durch die Lageröffnungen (7) der Inserts (6) jeweils ein Gießkernabschnitt (12) geführt ist.

13. Kernpaket nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Gießkernabschnitt (12) einen Hohlraum aufweist.
14. Kernpaket nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Inserts (6) eine von ihrem Umfang in radialer Richtung zur Lageröffnung führende Ölversorgungsöffnung (16) aufweisen.
15. Kernpaket nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die in die äußere Umfangsfläche der Inserts (6) eingeformte Mündung der Ölversorgungsöffnung (16) durch das Ende eines Ölkanalkerns (15) verschlossen ist, der im fertig abgegossenen Zylinderkurbelgehäuse einen Ölversorgungskanal abbildet.
16. Kernpaket nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass ein Endabschnitt (15e) eines Ölkanalkerns (15) durch die Ölversorgungsöffnung (16) geführt ist und dass der Durchmesser der Ölversorgungsöffnung (16) größer ist als der des Endabschnitts (15e) des Ölkanalkerns (15).
17. Kernpaket nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Endabschnitt (15e) im Wesentlichen mittig in Bezug auf die Öffnungsfläche der Ölversorgungsöffnung (16) ausgerichtet ist.

21

18. Kernpaket nach Anspruch 13 und einem der Ansprüche 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass im an die innenseitige Mündung der Ölversorgungsöffnung (16) grenzenden Bereich des Gießkernabschnitts (12) eine Einsenkung (17) ausgebildet ist, in die das Ende des Ölkanalkerns (15) formschlüssig greift.
19. Kernpaket nach Anspruch 13 und einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Gießkernabschnitt (12) im Bereich der Inserts (6) jeweils eine über ein Teilstück (Le) der Länge der jeweiligen Ölversorgungsöffnung (16) in diese sich erstreckende Erhebungen (12e) angeformt sind.
20. Kernpaket nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge (LE), über die sich die Erhebung (12e) in die jeweilige Ölversorgungsöffnung (16) erstreckt, mindestens gleich der Strecke ist, über die sich der nach dem Abgießen in die Ölversorgungsöffnung (16) eingedrungene Leichtmetall-Gusswerkstoff bei Betriebstemperatur des aus dem Zylinderkurbelgehäuse gefertigten Verbrennungsmotors ausdehnt.
21. Kernpaket nach einem der Ansprüche 10 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Inserts (6) aus einem kohlefaser verstärkten Magnesiumwerkstoff hergestellt sind.

Fig. 1



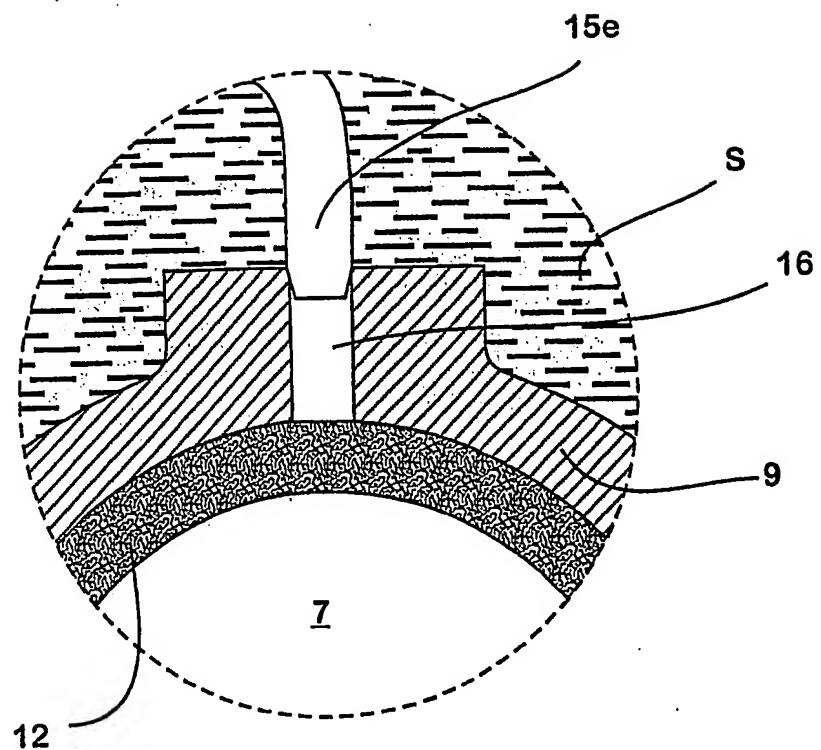


Fig. 2

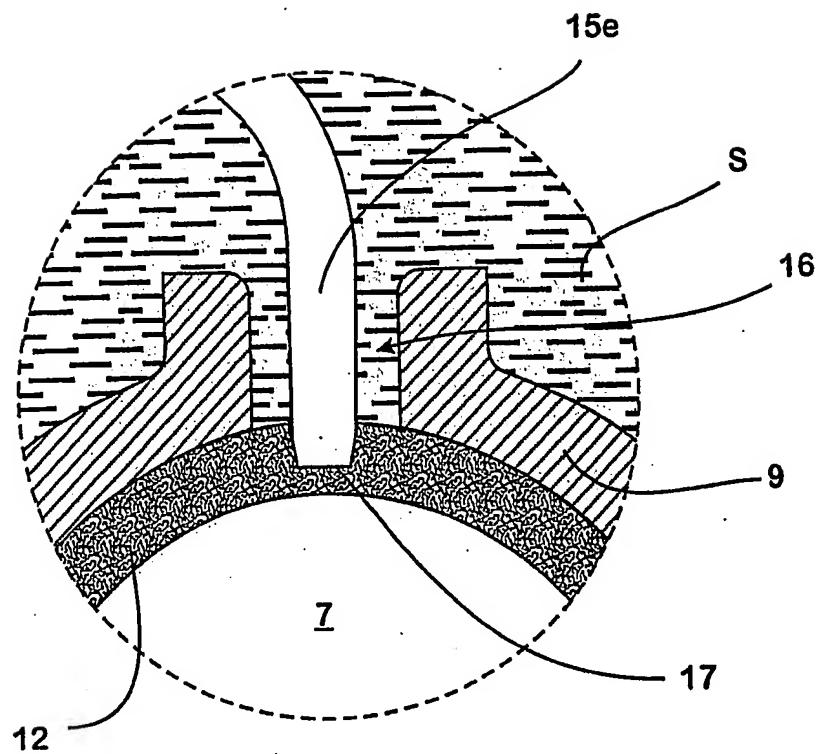


Fig. 3

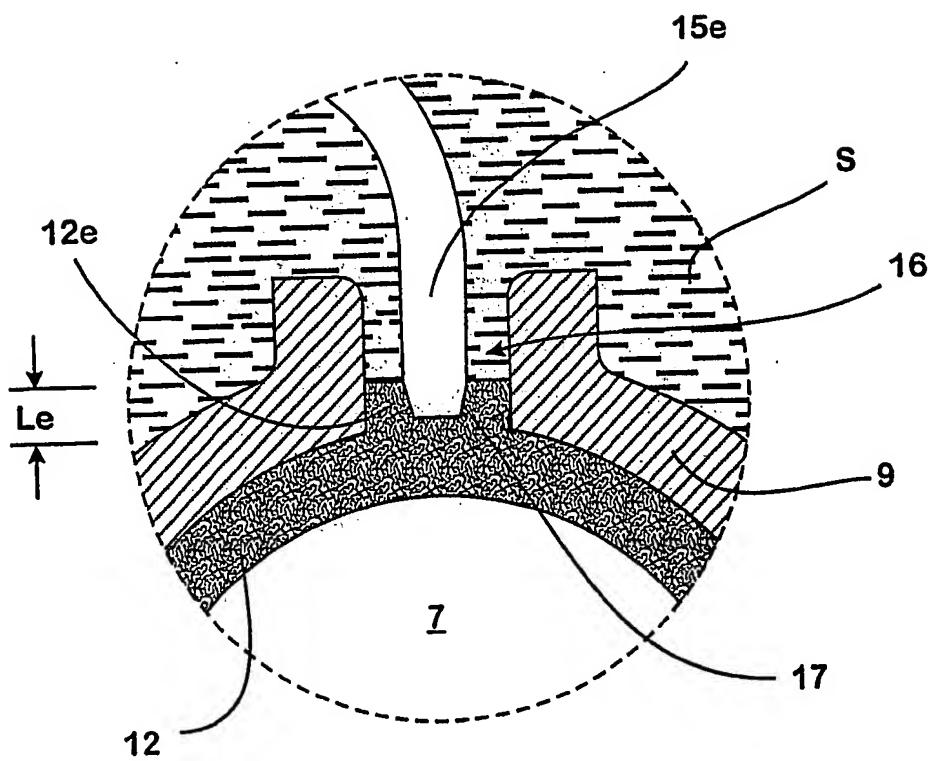
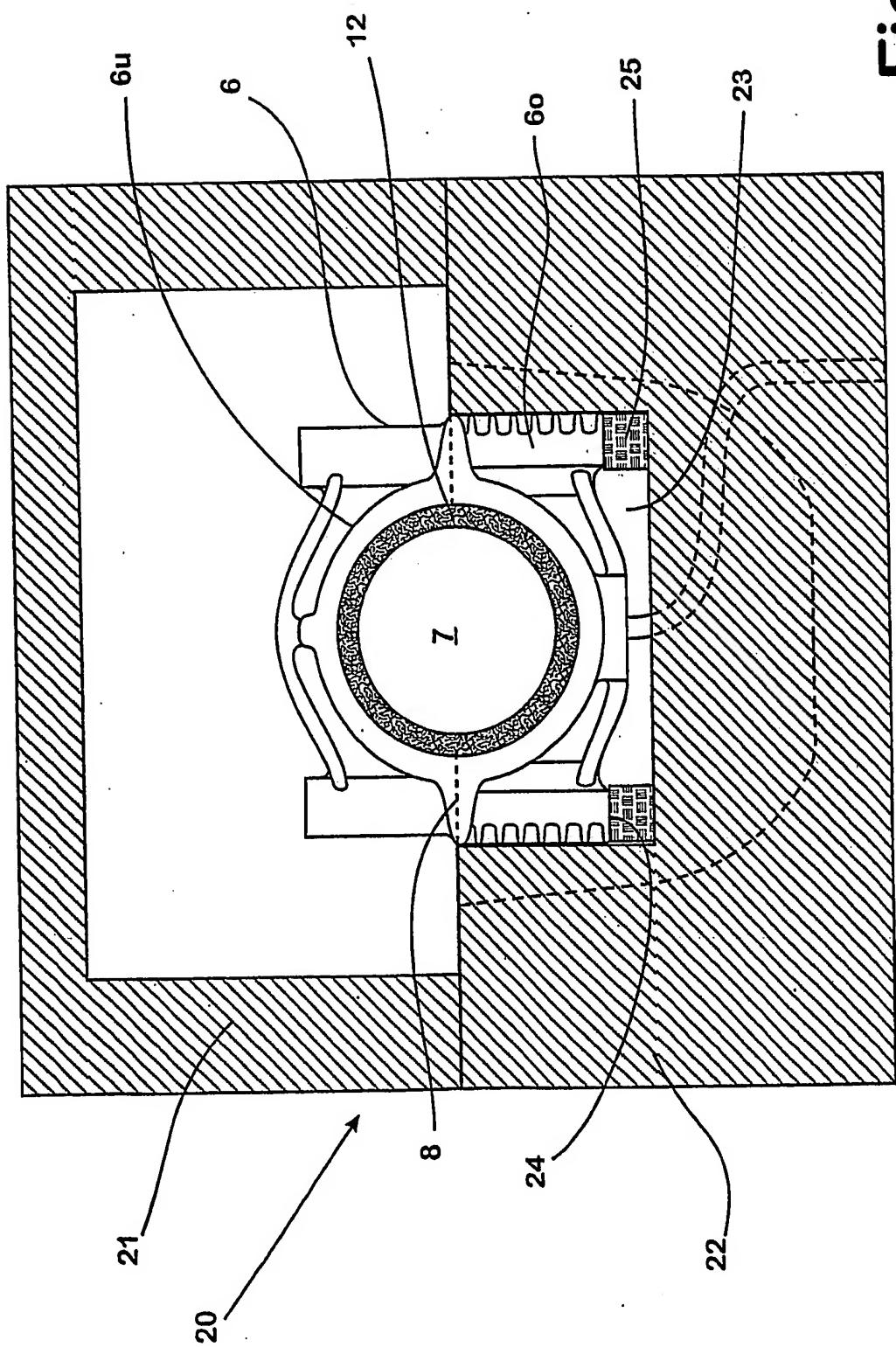


Fig. 4

Fig. 5



According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 B22D B22C F02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 100 26 216 A (AVL LIST GMBH) 1 March 2001 (2001-03-01) cited in the application column 1, line 3-11, 27-34, 47-64 column 2, line 3-5, 34-41; figures 1, 2 ---	1-21
Y	EP 1 000 688 A (GEORG FISCHER DISA AG) 17 May 2000 (2000-05-17) paragraphs '0001!, '0004!, '0006!, '0007!, '0012! ---	1-21
A	EP 0 851 132 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 1 July 1998 (1998-07-01) column 5, paragraph 2 -column 6, paragraph 3 ---	1-21

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

Date of mailing of the International search report

24 June 2003

01/07/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Rolle, S

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 10026216	A	01-03-2001	DE	10026216 A1		01-03-2001
EP 1000688	A	17-05-2000	DE	19852595 A1		18-05-2000
			AT	219401 T		15-07-2002
			DE	59901788 D1		25-07-2002
			EP	1000688 A1		17-05-2000
EP 0851132	A	01-07-1998	DE	19647465 A1		20-05-1998
			DE	59700970 D1		10-02-2000
			EP	0851132 A1		01-07-1998
			ES	2141570 T3		16-03-2000

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBiete

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 B22D B22C F02F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
Y	DE 100 26 216 A (AVL LIST GMBH) 1. März 2001 (2001-03-01) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 3-11, 27-34, 47-64 Spalte 2, Zeile 3-5, 34-41; Abbildungen 1, 2 ---	1-21
Y	EP 1 000 688 A (GEORG FISCHER DISA AG) 17. Mai 2000 (2000-05-17) Absätze '0001!, '0004!, '0006!, '0007!, '0012! ---	1-21
A	EP 0 851 132 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 1. Juli 1998 (1998-07-01) Spalte 5, Absatz 2 -Spalte 6, Absatz 3 ---	1-21

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

24. Juni 2003

01/07/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Rolle, S

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10026216	A	01-03-2001	DE	10026216 A1		01-03-2001
EP 1000688	A	17-05-2000	DE	19852595 A1	18-05-2000	
			AT	219401 T	15-07-2002	
			DE	59901788 D1	25-07-2002	
			EP	1000688 A1	17-05-2000	
EP 0851132	A	01-07-1998	DE	19647465 A1	20-05-1998	
			DE	59700970 D1	10-02-2000	
			EP	0851132 A1	01-07-1998	
			ES	2141570 T3	16-03-2000	